

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Федеральный исследовательский центр
«Морской гидрофизический институт РАН»



**ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ОСАЖДЕННОЙ ВОДЫ
МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО И НАЗЕМНОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ НАД ЧЕРНОМОРСКИМ РЕГИОНОМ**



А.С. Папкина, Д.М. Шукало

Севастополь – 2020

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛИ РАБОТЫ

✓ Цель:

Целью данного исследования является проверка согласованности результатов дистанционного зондирования (данные спутникового зондирования MODIS Terra/Aqua) с наземными измерениями (натурные измерения сети наземных фотометров AERONET) параметра Precipitable Water (PW) – основного параметра парообразования, также именуемый толщиной слоя осажденной воды.

✓ Актуальность:

В настоящее время нет точного описания всех механизмов, вызывающих изменения водяного пара, глобальное распределение водяного пара в верхней тропосфере и стратосфере не изучено в полной мере из-за недостатка наблюдений с высоким вертикальным разрешением (Schneider et al., 2010). В большинстве случаев данные дистанционного зондирования (спутниковые данные) *PW* имеют низкую корреляцию с натурными данными и результатами метеорологических реанализов. Этот факт обуславливает необходимость в валидации данных с большим количеством распределенных по пространству станций, а значит решение данной научной задачи необходимо начать с регионального мониторинга параметра *PW*.

ИНСТРУМЕНТЫ

В данной работе в качестве наземного источника будут использованы фотометры *Cimel* сети *AERONET*, альтернативным источником данных служат измерения дистанционного зондирования спутника *MODIS Aqua* и *Terra*.

Наземные фотометры:

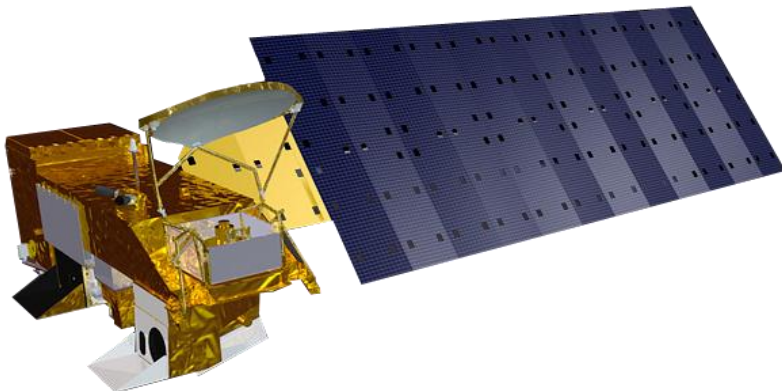
✓ *CIMEL-318T*



✓ С использованием полученных среднемесячных массивов данных было проанализировано изменение параметра *PW* для станции *AERONET: Sevastopol* (44,616N, 33,517E) с 2006 года по 2014 год и *Gloria* (44,600N, 29,360E) с 2014 по 2019 год.

Дистанционное зондирование:

✓ *Aqua/ Terra (MODIS)*



✓ Собран массив данных с 2006 по 2019 год из файлов *MOD05_L2* и *MYD05_L2*, которые содержат среднемесячные данные *PW*, собранные с *MODIS Aqua* и *Terra*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В межсезонье и летом наблюдается плавная изменчивость месячных значений параметра PW . Зимой выявлено наибольшее количество экстремумов, что может быть объяснено небольшим и нерегулярным из-за частой облачности набором данных. Среднегодовое количество измерений параметра PW в зимний период составило 12-14 измерений в месяц, в межсезонье – 19-24 ежемесячных измерений, в летний период – 24-30 соответственно (рис. 1).

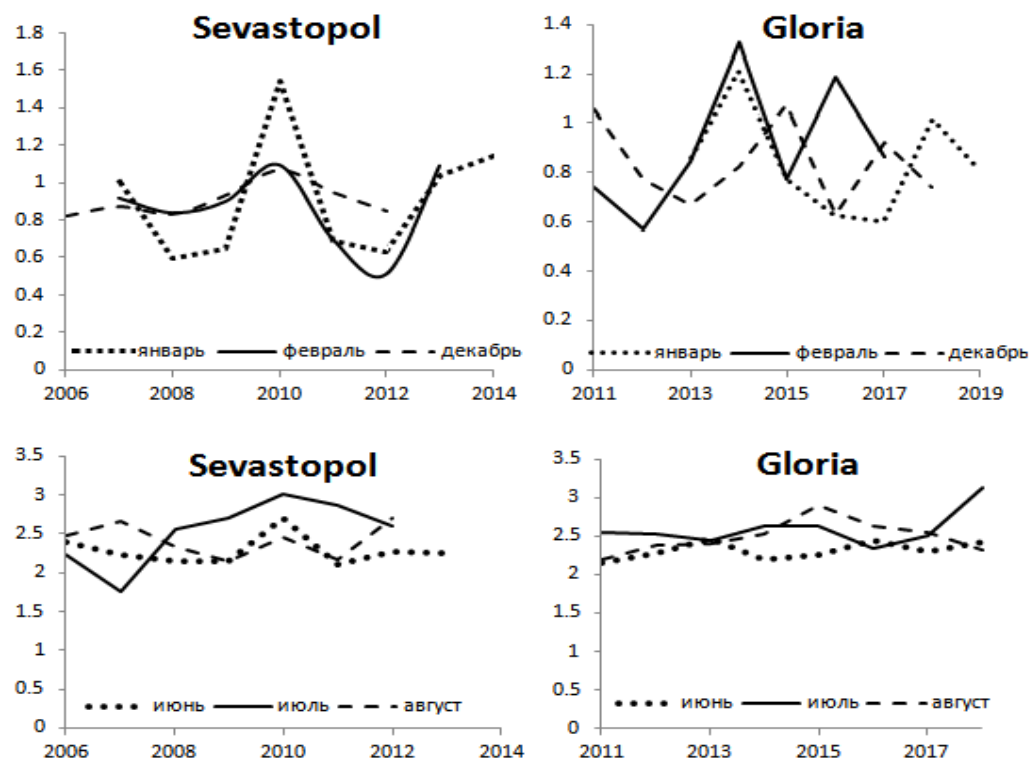


Рис. 1. Годовые изменения параметра PW на станциях AERONET Sevastopol и Gloria за зимний и летний период с 2006 по 2019 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

➤ Следующим этапом являлся сравнительный анализ данных измерений на станциях *AERONET* и данных спутникового зондирования, а именно, *MODIS*. Для этой задачи был использован язык программирования *Python*, а конкретно библиотеки *numpy*, *scipy* и *netCDF*. Сравнительный анализ был проведен по 40 значениям за год (10 значений за сезон) (рис. 2)

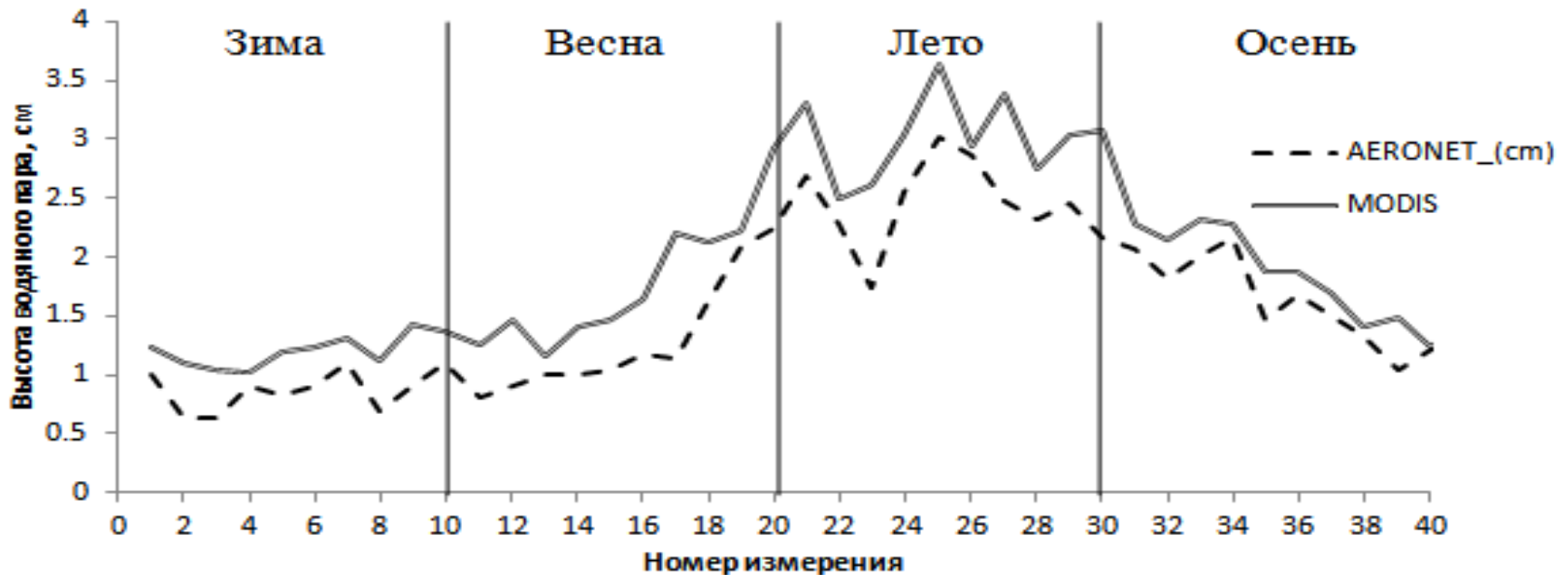
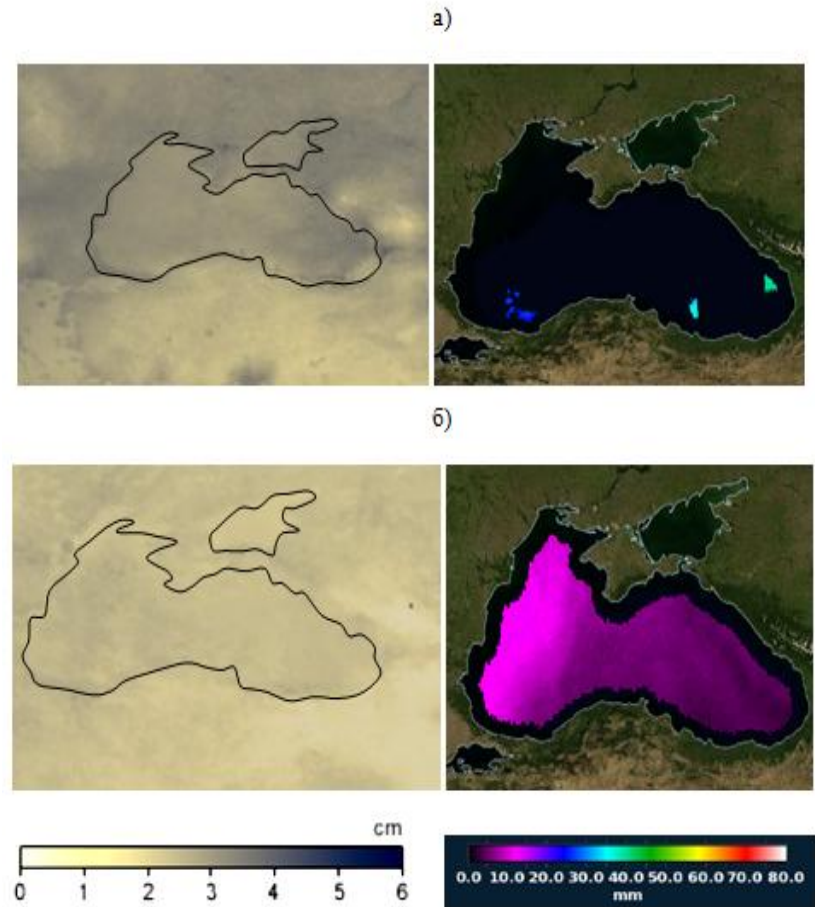


Рис. 2. Сезонные значения параметра PW по данным AERONET и MODIS

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

- Многолетний сравнительный анализ спутниковых и натуральных данных показал отклонение в большую сторону на 0,40 см спутниковых от натуральных измерений. Такая величина расхождений попадает в доверительный интервал значений и является допустимым интервалом погрешностей, так как среднее квадратичное отклонение натуральных данных также составляет 0,40 см.

- При анализе достоверности спутниковых данных были учтены измерения радиометра *AIRS*, результат сравнительного анализа ежедневных спутниковых изображений *MODIS* и *AIRS* показал высокую степень корреляции (82%) в период декабрь-апрель. В дальнейшем данное исследование будет дополнено результатами измерений спутниковых микроволновых радиометров, таких как *AMSR*, *AMSR-E* и *AMSR2*



БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках программ государственного задания Морского гидрофизического института Российской академии наук по теме № 0827-2019-0002. Благодарим программу AERONET за предоставление данных со станций Sevastopol и Gloria. Используемые здесь данные солнечной фотометрии AERONET доступны на <http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>. Так же выражаем благодарность GoddardSpaceFlightCenter за предоставление спутниковых изображений MODIS. (https://modis-images.gsfc.nasa.gov/MOD05_L2/doi.html)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!